

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 14 日 (14.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/088378 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02B 6/30, 6/12
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004242
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 26 日 (26.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-096435 2003 年 3 月 31 日 (31.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JSR 株式会社 (JSR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 玉木 研太郎

(TAMAKI, Kentarou) [JP/JP]; 〒1048410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP). 高瀬 英明 (TAKASE, Hideaki) [JP/JP]; 〒1048410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP). 江利山 祐一 (ERIYAMA, Yuuichi) [JP/JP]; 〒1048410 東京都中央区築地五丁目 6 番 10 号 JSR 株式会社内 Tokyo (JP). 大羽 伸治 (OHBA, Shinji) [JP/JP]; 〒2591302 神奈川県秦野市菩提 6 9 番地 3 光伸光学工業株式会社内 Kanagawa (JP). 藤原 英之 (FUJIWARA, Hideyuki) [JP/JP]; 〒2591302 神奈川県秦野市菩提 6 9 番地 3 光伸光学工業株式会社内 Kanagawa (JP).

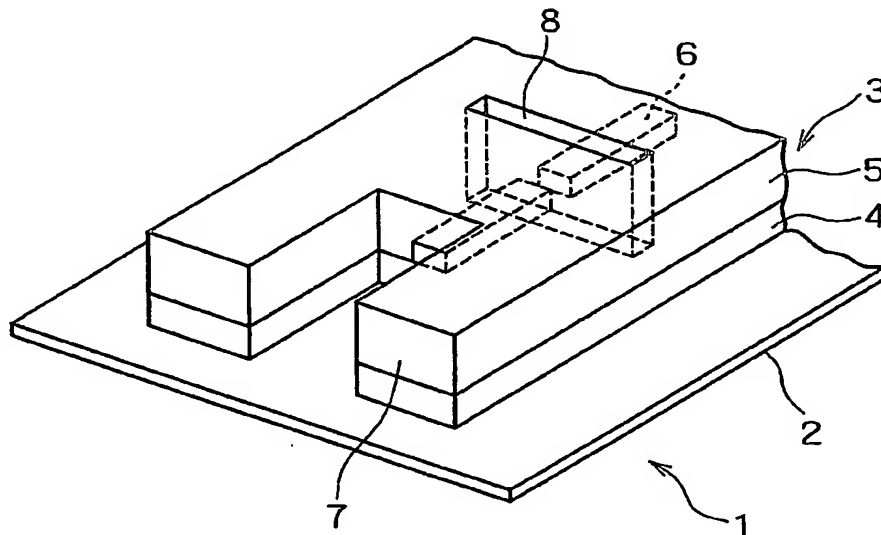
(74) 代理人: 衡田 直行 (HIRATA, Naoyuki); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋二丁目 8 番 5 号 多幸ビル九段 4 階 衡田国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL WAVEGUIDE CHIP AND OPTICAL COMPONENT COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: 光導波路チップ及びそれを含む光学部品



(57) Abstract: An optical waveguide chip (1) comprises a core portion (6) as an optical waveguide, a cladding portion (3) composed of a lower cladding layer (4) and an upper cladding layer (5), and an optical fiber guiding portion (7) which is integrally formed with the cladding portion (3) for positioning a single-mode optical fiber which is to be connected to the core portion (6). Each component of the optical waveguide chip (1) is formed by layering a radiation-sensitive polysiloxane composition by a photolithography process. At least two kinds of radiation-sensitive polysiloxane compositions are used so that the core portion (6) has a larger refractive index than the cladding portion (3).

[続葉有]



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 光導波路チップ1は、光導波路であるコア部6と、下部クラッド層4と上部クラッド層5とからなるクラッド部3と、コア部6に接続されるシングルモード用光ファイバを位置決めするためにクラッド部3と一体的に形成されている光ファイバ用ガイド部7とを有する。光導波路チップ1の各構成部分は、感放射線性ポリシロキサン組成物をフォトリソグラフ法によって積層して形成されている。クラッド部3よりもコア部6の屈折率の方が大きくなるように、少なくとも2種類の感放射線性ポリシロキサン組成物が用いられる。

## 明 細 書

## 光導波路チップ及びそれを含む光学部品

## 5 技術分野

本発明は、光通信に用いられる光合分波器の如き光学部品の構成部分として有用な光導波路チップに関し、特に、シングルモード用光ファイバと接続して好適に用いられる光導波路チップに関する。

## 10 背景技術

光導波路を有する光合分波器と、光ファイバとを接続するに際し、光導波路の光軸と光ファイバの光軸を高い精度で合わせることは、接続箇所における光伝送損失を低減させるために必要不可欠である。

そのため、従来より、光導波路の光軸と光ファイバの光軸を合わせるための技術が提案されている。

例えば、支持体上の感光性樹脂にフォトリソグラフ法を施すことによって、光軸合わせ用ガイド及び光導波路を同時に形成させた光デバイスが、提案されている（特開平 1 - 3 1 6 7 1 0 号公報及び特開平 2 - 6 2 5 0 2 号公報参照）。

ここで、光軸合わせ用ガイドとは、光導波路の端面と接続される光ファイバの光軸と、光導波路の光軸を精度良く合わせるために設けられるものである。光軸合わせ用ガイドの形状は、光ファイバの形状に依存して定められる。

また、光軸合わせ用ガイド等の材料である感光性樹脂としては、例えば、波長 0.66  $\mu\text{m}$  の光を伝送することのできるメタクリレート系樹脂が用いられる。

上述の文献に記載されている波長  $0.66 \mu\text{m}$  の光は、マルチモード用光ファイバによって伝送されるものである。

一方、光ファイバの種類としては、マルチモード用光ファイバの他に、一般の幹線系で用いられる波長  $1.31 \mu\text{m}$  や  $1.55 \mu\text{m}$  のシングルモード光を伝送するためのシングルモード用光ファイバが存在する。

このシングルモード用光ファイバは、コア部の直径が約  $10 \mu\text{m}$  と小径であり、マルチモード用光ファイバのコア部と比較して直径で約  $1/5$ 、断面積で約  $1/25$  と小さいため、光軸同士を高い精度で合わせることでできるシングルモード用光デバイスを必要とする。

10 上述の文献に記載された技術をシングルモード用光デバイスに適用すると、次のような問題点がある。

(1) (メタ) アクリレート系感放射線性樹脂を材料として用い、フォトリソグラフ法でシングルモード用光学部品を作製した場合には、シングルモード用光学部品の光導波路の光軸と、小径のシングルモード用光ファイバの光軸を高い精度で合わせることが困難である。

(2) (メタ) アクリレート系感放射線性樹脂を用いたのでは、 $1.31 \mu\text{m}$  や  $1.55 \mu\text{m}$  の波長における光吸収量が大きいため、実用的な伝送効率を得ることができない。

(3) 光デバイスの信頼性を高めるために要求される耐熱性が、十分でない。

特に、上記 (1) の問題点を解決するためには、フォトリソグラフ法による解像度を高めるために、有機溶剤による現像方法に代えて、アルカリ性水溶液等の塩基性物質含有溶液によるアルカリ現像法を用いることが必要である。ところが、(メタ) アクリレート系感放射線性樹脂とアルカリ性水溶液とを併用すると、アルカリ現像のために樹脂中に必要とされる酸成分が、シングルモード光の使用波長 ( $1.31 \mu\text{m}$ 、 $1.55 \mu\text{m}$ ) にお

いて光吸収を示すことから、光の伝送効率が低下するという問題が生じてしまう。

#### 発明の開示

- 5      本発明は、上記従来 of 技術の問題点に鑑みて、シングルモード用光ファイバに対しても光軸同士を高い精度で合わせることができ、シングルモード光の伝送効率が高く、しかも、優れた耐熱性を有する光導波路チップを提供することを目的とする。

10      本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、従来の（メタ）アクリレート系樹脂に代えて、ポリシロキサン系感放射線性樹脂を用い、かつ、光ファイバを高精度で位置決めするための手段を設けることによって、上記目的に合致する光導波路チップ（特に、シングルモード用光ファイバとの接続用として好適に用い得る光導波路チップ）が得られることを見出し、本発明を完成した。

- 15      すなわち、本発明の光導波路チップは、光導波路であるコア部と、該コア部の周囲に形成されたクラッド部と、前記コア部に接続される光ファイバを位置決めするための光ファイバ用ガイド部とを有する光導波路チップであって、少なくとも部分的に感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体からなることを特徴とする。

- 20      このように構成された本発明の光導波路チップは、シングルモード用光ファイバに対しても光軸同士を高い精度で合わせることができ、シングルモード光の伝送効率が高く、しかも、優れた耐熱性を有している。

本発明の光導波路チップは、好ましくは、前記コア部、前記クラッド部、及び光ファイバ用ガイド部が、感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体  
25      からなるものとして構成される。

このように構成された光導波路チップは、より一層優れた光軸合わせの

精度、光の伝送効率、及び耐熱性を有するとともに、簡易な工程によって効率的に製造することができる。

なお、光ファイバ用ガイド部は、クラッド部と一体的に形成させてもよいし、あるいは、クラッド部と独立して形成させてもよい。

- 5      本発明の光導波路チップは、特に、シングルモード用光ファイバに接続するための光導波路チップとして好適に用いられる。

本発明の光導波路チップは、前記コア部に交差して配設される光学フィルタを挿入するための光学フィルタ挿入用孔を有することができる。

- 10      前記光学フィルタ挿入用孔に誘電体多層フィルタを挿入し固定することによって、前記光導波路チップに誘電体多層フィルタを取り付けてなる光学部品（例えば、光合分波器）を作製することができる。

- 15      本発明の光導波路チップは、優れた加工性、伝送特性及び耐熱性を有する感放射線性ポリシロキサン組成物によって少なくとも部分的に形成されているため、光導波路の光軸と光ファイバの光軸とを高精度でかつ容易に一致させることができ、かつ、光通信に必要な近赤外波長域の光に対して高い伝送効率を有することに加えて、高温下に置かれた場合でも優れた性能が維持され、使用時に高い信頼性（性能安定性）を期待することができる。

- 20      本発明の光導波路チップは、特に、マルチモード用光ファイバと比べてコア部分の直径寸法が小さいシングルモード用光ファイバに接続するための光学部品の構成部分として、好適に用いられる。

#### 図面の簡単な説明

- 25      第1図は光導波路チップの一例を示す斜視図であり、第2図は、基板上に下部クラッド層を形成させた状態を示す斜視図であり、第3図は、下部クラッド層の上にコア部を形成させた状態を示す斜視図であり、第4図は、

光導波路チップの他の例を示す斜視図であり、第 5 図は、下部クラッド層の一例を示す平面図であり、第 6 図は、下部クラッド層の上にコア部を形成させた状態を示す平面図であり、第 7 図は、下部クラッド層及びコア部の上に上部クラッド層を形成させて光導波路チップを完成させた状態を示す平面図であり、第 8 図は、図 7 に示す光導波路チップに光学フィルタ及び光ファイバを取り付けた状態を示す平面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明について詳しく説明する。

10 まず、本発明の光導波路チップの材料として用いられる感放射線性ポリシロキサン組成物について説明する。

本発明で用いる感放射線性ポリシロキサン組成物は、好ましくは、下記の (A) 成分及び (B) 成分：

15 (A) 加水分解性シラン化合物、その加水分解物、及び加水分解物の縮合物からなる群より選択される少なくとも 1 種

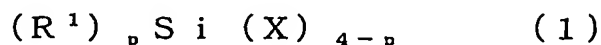
(B) 光酸発生剤  
を含有するものである。

以下、これら (A) 成分及び (B) 成分の各々について説明する。

[(A) 成分]

20 (A) 成分は、加水分解性シラン化合物、その加水分解物、及び加水分解物の縮合物からなる群より選択される少なくとも 1 種である。

ここで、加水分解性シラン化合物は、次の一般式 (1) で表される化合物である。



25 (式中、 $R^1$  は炭素数が 1 ～ 12 である非加水分解性の有機基であり、 $X$  は加水分解性基であり、 $p$  は 0 ～ 3 の整数である。)

一般式(1)中の有機基 $R^1$ は、非加水分解性である1価の有機基の中から選択することができる。ここで、非加水分解性である1価の有機基は、非重合性と重合性のいずれであってもよい。また、「非加水分解性」の語は、加水分解性基Xが加水分解される条件において、そのまま安定に存在する

5 性質を有することを意味する。

非重合性の有機基 $R^1$ としては、例えば、アルキル基、アリール基、アラルキル基等が挙げられる。これらの有機基は、直鎖状、分岐状、環状のいずれであってもよく、あるいは、これらの組み合わせであってもよい

ここで、アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル  
10 基、ブチル基、ヘキシル基、シクロヘキシル基、オクチル基、重水素化アルキル基、ハロゲン化アルキル基等が挙げられる。中でも、メチル基は、好ましく用いられる。

アリール基としては、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、ピフェニル基、重水素化アリール基、ハロゲン化アリール基等  
15 が挙げられる。中でも、フェニル基は、好ましく用いられる。

アラルキル基としては、例えば、ベンジル基、フェニルエチル基等が挙げられる。中でも、ベンジル基は、好ましく用いられる。

非重合性の有機基 $R^1$ の好ましい例として、ヘテロ原子を含む構造単位が挙げられる。該構造単位としては、例えば、エーテル結合、エステル結合、  
20 合、スルフィド結合等が挙げられる。なお、ヘテロ原子を含む場合、非塩基性であることが好ましい。

重合性の有機基 $R^1$ は、分子中にラジカル重合性の官能基とカチオン重合性の官能基のいずれか一方または両方を有することが好ましい。該官能基を有する場合、光重合に加えてラジカル重合やカチオン重合が行なわれるので、より効果的に感放射線性ポリシロキサン組成物を硬化させること  
25 ができる。



ラジカル重合性の官能基と、カチオン重合性の官能基のうち、より好ましい官能基は、カチオン重合性の官能基である。(A)成分中にカチオン重合性の官能基が含まれていると、(B)成分の光酸発生剤によって、シラノール基における硬化反応のみならず、カチオン重合性の官能基における硬化反応も同時に生じるので、硬化が促進され、製造効率が高まるからである。

一般式(1)中の加水分解性基Xとしては、例えば、水素原子、炭素数1～12のアルコキシ基、フェノキシ基、ベンジロキシ基、アセトキシ基、グリシジロキシ基、フェノキシベンジロキシ基、ハロゲン原子、アミノ基等が挙げられる。

ここで、炭素数1～12のアルコキシ基の好ましい具体例としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、メトキシエトキシ基、アセトキシエトキシ基、2-(メタ)アクリロキシエトキシ基、3-(メタ)アクリロキシプロポキシ基、4-(メタ)アクリロキシブトキシ基等の他、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エトキシ基等のエポキシ基含有アルコキシ基；メチルオキシセタニルメトキシ基、エチルオキシセタニルメトキシ基等のオキシセタニル基含有アルコキシ基；オキサシクロヘキシロキシ等の6員環エーテル基を有するアルコキシ基等が挙げられる。

ハロゲン原子の好ましい具体例としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

なお、(A)成分として、加水分解性基がハロゲン原子である加水分解性シラン化合物を用いる場合には、加水分解によってハロゲン化水素が生成し、感放射線性ポリシロキサン組成物の保存安定性を低下させることがあるので、ハロゲン化水素の生成量の多少によっても必要性の有無が異なるが、中和や蒸留等の操作によってハロゲン化水素を除去することが望まし

い。

次に、本発明で用いる加水分解性シラン化合物の具体例を説明する。

まず、一般式(1)中の $p$ が0であって、非加水分解性の有機基 $R^1$ を有しない加水分解性シラン化合物としては、テトラクロロシラン、テトラ  
5 アミノシラン、テトラアセトキシシラン、テトラメトキシシラン、テトラ  
エトキシシラン、テトラブトキシシラン、テトラフェノキシシラン、テトラ  
ベンジロキシシラン、トリメトキシシラン、トリエトキシシラン等の4  
個の加水分解性基で置換されたシラン化合物が挙げられる。

また、一般式(1)中の $p$ が1である加水分解性シラン化合物としては、  
10 メチルトリクロロシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキ  
シシラン、メチルトリブトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチ  
ルトリイソプロポキシシラン、エチルトリブトキシシラン、ブチルトリメ  
トキシシラン、ペンタフルオロフェニルトリメトキシシラン、フェニルト  
15 リメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、重水素化メチルトリメ  
トキシシラン、ノナフルオロブチルエチルトリメトキシシラン、トリフル  
オロメチルトリメトキシシラン等が挙げられる。

また、一般式(1)中の $p$ が2である加水分解性シラン化合物としては、  
ジメチルジクロロシラン、ジメチルジアミノシラン、ジメチルジアセトキ  
シシラン、ジメチルジメトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン、ジ  
20 フェニルジエトキシシラン、ジブチルジメトキシシラン等が挙げられる。

さらに、一般式(1)中の $p$ が3である加水分解性シラン化合物として  
は、トリメチルクロロシラン、ヘキサメチルジシラザン、トリメチルシラ  
ン、トリブチルシラン、トリメチルメトキシシラン、トリブチルエトキシ  
シラン等が挙げられる。

25 本明細書中において、加水分解性シラン化合物の「加水分解物」とは、  
一般式(1)で表される加水分解性シラン化合物において、加水分解性基

Xの全部が加水分解されたものだけでなく、加水分解性基Xの一部のみが加水分解され、残部が加水分解されていないものを含む意で用いられる。

また、本明細書中において、加水分解性シラン化合物の「加水分解物の縮合物」とは、加水分解によってアルコキシ基から変化したシラノール基の全部が縮合したものだけでなく、一部のシラノール基同士が縮合した部分縮合物を含む意で用いられる。

本発明においては、加水分解性シラン化合物の種類を適宜選択することによって、光導波路における屈折率の値を幅広く変化させることができる。例えば、比較的高い屈折率の値（1.50以上）を得たい場合には、上述の加水分解性シラン化合物のうち、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン、ジフェニルジエトキシシラン等を使用することが好ましい。

一方、比較的低い屈折率の値（1.50未満）を得たい場合には、上述の加水分解性シラン化合物のうち、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ノナフルオロブチルエチルトリメトキシシラン、ジメチルジクロロシラン、ジメチルジアミノシラン、ジメチルジアセトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 8-ヘプタデカフルオロデシルトリクロロシラン、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 8-ヘプタデカフルオロデシルトリメトキシシラン等を使用することが好ましい。

(A) 成分は、通常、一般式(1)で表される加水分解性シラン化合物を加熱することによって調製される。具体的な調製方法は、特に限定されないが、例えば、次の1)～3)の工程からなる方法が挙げられる。

1) 一般式(1)で表される加水分解性シラン化合物、及び酸触媒を、攪拌手段を有する容器内に収容する。

2) 次いで、容器内の溶液の粘度を調節しながら、有機溶媒を加えて、

混合溶液とする。

3) 得られた混合溶液を、空気雰囲気中で、有機溶媒及び加水分解性シラン化合物の沸点以下の温度下で攪拌しながら、水を滴下した後、150℃以下で1～24時間加熱しつつ攪拌する。なお、攪拌時に、必要に応じて、

5 蒸留によって混合溶液を濃縮したり、あるいは有機溶媒を置換してもよい。

(A) 成分を調製するに際し、感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化性、粘度等の物性や、該組成物の硬化物の屈折率等を調整するために、上述の一般式(1)で表される加水分解性シラン化合物を1種だけでなく複数種を併用することもできる。この場合、上記1)の工程において、一般式(1)で表される複数種の加水分解性シラン化合物を容器内に収容して混合すればよい。

上述の1)の工程で用いる酸触媒としては、例えば、1価または多価の有機酸、無機酸、ルイス酸等が挙げられる。

ここで、有機酸としては、例えば、蟻酸、酢酸、シュウ酸等が挙げられる。無機酸としては、例えば、塩酸、硝酸、硫酸等が挙げられる。ルイス酸としては、例えば、金属化合物や、Ti、Zr、Al、B等の無機塩や、アルコキシドや、カルボキシレート等が挙げられる。

上述の2)、3)の工程で用いる有機溶媒としては、例えば、エーテル系有機溶媒、エステル系有機溶媒、ケトン系有機溶媒、炭化水素系有機溶媒、アルコール系有機溶媒等が挙げられる。

中でも、大気圧下での沸点が50～200℃であり、かつ各成分を均一に溶解させることのできる有機溶媒は、好ましく用いられる。このような有機溶媒の具体例としては、例えば、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、乳酸エチル、メチルイソブチルケトン、メチルアミルケトン、トルエン、キシレン、メタノール等が挙げられる。

次に、(A)成分として用いられる加水分解性シラン化合物の加水分解物、及びその縮合物の重量平均分子量について説明する。

該重量平均分子量は、本明細書中において、移動相にテトラヒドロフランを使用したゲルパーミエーションクロマトグラフィー（以下、「GPC」と略記する。）を用いて得られるポリスチレン換算の値として表される。

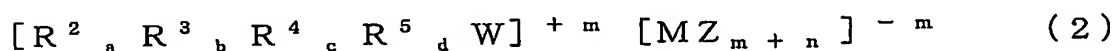
該重量平均分子量は、好ましくは500～10,000、より好ましくは1,000～5,000である。該重量平均分子量が500未満では、塗膜の成膜性が低下することがあり、該重量平均分子量が10,000を超えると、光硬化性が低下することがある。

#### 10 [(B)成分]

感放射線性ポリシロキサン組成物に含まれる(B)成分である光酸発生剤は、光等のエネルギー線を照射することによって、(A)成分である加水分解性シラン化合物等を光硬化（架橋）させるための酸性活性物質を放出することができる化合物と定義される。

15 ここで、エネルギー線としては、例えば、可視光、紫外線、赤外線、X線、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線等が挙げられる。中でも、紫外線は、一定のエネルギーレベルを有し、硬化速度が大であり、しかも照射装置が比較的安価かつ小型であることから、好ましく用いられる。

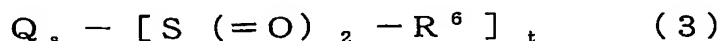
(B)成分である光酸発生剤の種類としては、例えば、下記の一般式(2)で表されるオニウム塩や、下記の一般式(3)で表されるスルホン酸誘導体を挙げることができる。



(式中、カチオンはオニウムイオンであり、WはS、Se、Te、P、As、Sb、Bi、O、I、Br、Clまたは $-N \equiv N$ であり、 $R^2$ 、 $R^3$ 、

25  $R^4$  及び  $R^5$  は同一または異なる有機基であり、a、b、c 及び d は各々0～3の整数であって、 $(a+b+c+d)$  はWの価数に等しい。また、M

は錯体 $[M Z_m + n]$ の中心原子を構成する金属またはメタロイドであり、例えばB、P、As、Sb、Fe、Sn、Bi、Al、Ca、In、Ti、Zn、Sc、V、Cr、Mn、Coである。Zは、F、Cl、Br等のハロゲン原子またはアリアル基であり、mは錯体イオンの正味の電荷であり、  
 5 nはMの原子価である。)



(式中、Qは1価または2価の有機基であり、 $R^6$ は炭素数1～12の1価の有機基であり、sは0または1であり、tは1または2である。)

(B)成分である光酸発生剤の添加量は、特に限定されないが、(A)成分100重量部に対して、好ましくは0.1～15重量部であり、より好ましくは1～10重量部である。該添加量が0.1重量部未満では、光硬化性が低下して、十分な硬化速度が得られない傾向がある。該添加量が15重量部を超えると、得られる硬化物の耐候性や耐熱性が低下する傾向がある。

15 本発明においては、(A)成分及び(B)成分を含む感放射線性ポリシロキサン組成物を支持体上に塗布し、フォトリソグラフ法によって光硬化させることによって、光導波路チップが製造される。

ここで、フォトリソグラフ法とは、所定の形状パターンを有するフォトマスクを介する等によって、紫外線等のエネルギー線を支持体上の感放射線性組成物に照射した後、現像液に対する照射部分と非照射部分の溶解度の差を利用して、例えば非照射部分を除去し、硬化体として残る照射部分のみからなる所定の形状パターンを有する成形体(例えば、光導波路)を得る方法をいう。

感放射線性ポリシロキサン組成物は、加工性、伝送特性、耐熱性に優れて  
 25 いるので、シングルモード用光ファイバに接続するための光導波路チップの材料として用いることによって、光導波路チップ中のコア部(光導波

路)の光軸とシングルモード用光ファイバの光軸とを高精度で合わせることができるとともに、シングルモード光の伝送効率を高くすることができ、さらには、高温下に置かれても優れた性能を保持することができる。

次に、本発明の光導波路チップの構造及び製造方法を、図面に基づいて説明する。図1は、光導波路チップの一例を示す斜視図、図2は、基板上に下部クラッド層を形成させた状態を示す斜視図、図3は、下部クラッド層の上にコア部を形成させた状態を示す斜視図、図4は、光導波路チップの他の例を示す斜視図、図5は、下部クラッド層の一例を示す平面図、図6は、下部クラッド層の上にコア部を形成させた状態を示す平面図、図7は、下部クラッド層及びコア部の上に上部クラッド層を形成させて光導波路チップを完成させた状態を示す平面図、図8は、図7に示す光導波路チップに光学フィルタ及び光ファイバを取り付けた状態を示す平面図である。

図1中、本発明の光導波路チップ1は、光導波路であるコア部6と、コア部6の周囲に形成された上部クラッド層5及び下部クラッド層4からなるクラッド部3と、クラッド部3と一体的に形成された光ファイバ用ガイド部7とを有している。

コア部6は、光ファイバ用ガイド部7に挿入される光ファイバ(図示せず)と光軸同士が一致するような位置に設けられる。

クラッド部3は、コア部6を支持し保護するためのものであり、製造上の理由によって、基板(支持体)2上に形成される下部クラッド層4と、下部クラッド層4の上に積層される上部クラッド層5との2層構造を有するものとして構成されている。なお、クラッド部3は、コア部6の全周を被覆するように形成することが望ましいが、コア部6の周囲の一部のみ(例えば、上部を除く側部及び下部のみ)に形成させてもよい。

光ファイバ用ガイド部7は、コア部6に接続される光ファイバを位置決めするための案内手段である。光ファイバ用ガイド部7は、クラッド部3

と一体的に形成された感放射線性ポリシロキサン組成物からなる硬化体であり、光ファイバを位置決めして固定することのできる形状に形成されている。

光ファイバ用ガイド部 7 を基板に対して垂直方向に切断した断面形状は、  
5 特に限定されないが、例えば、U 字底型、V 字底型、平底型等が挙げられる。

光ファイバ用ガイド部 7 は、光ファイバの外径寸法に略一致する距離を隔てて設けられた対向する一対の壁体を、少なくとも 1 つ以上有することが好ましい。このような壁体を設けることによって、光ファイバ用ガイド  
10 部 7 に挿入した後の光ファイバの緩みや軸ぶれを、より確実に防止することができる。

光導波路チップ 1 は、クラッド部 3 の上面から下方に垂下してコア部 6 を遮断するように設けられた光学フィルタ挿入用孔 8 を有している。光学  
15 フィルタ挿入用孔 8 は、誘電体多層フィルタの如き光学フィルタを挿入して固定するための孔である。

光導波路チップ 1 の各構成部分の寸法は、例えば、下部クラッド層 4 の厚みが  $3 \sim 100 \mu\text{m}$ 、コア部 6 の厚みが  $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 、コア部 6 の幅が  $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 、上部クラッド層 5 の厚みが  $3 \sim 100 \mu\text{m}$ 、光ファイバ用  
20 ガイド部 7 を構成する一対の壁体間の距離（切欠部分の幅寸法）が  $125 \mu\text{m} \sim 130 \mu\text{m}$ 、光学フィルタ挿入用孔 8 の深さが  $10 \sim 200 \mu\text{m}$  となるように定めることが好ましい。

なお、光ファイバ用ガイド部 7 を構成する一対の壁体間の距離（切欠部分の幅寸法）は、光ファイバの外径に応じて定められる。

図 1 中の光導波路チップ 1 を構成する各構成部分（コア部 6、クラッド  
25 部 3 及び光ファイバ用ガイド部 7）は、感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体から形成されている。



ただし、本発明においては、必ずしも、光導波路チップ 1 の構成部分（コア部 6、クラッド部 3 及び光ファイバ用ガイド部 7）の全体を感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体から形成する必要はなく、これら構成部分の一部のみを感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体から形成することもできる。例えば、コア部 6 を、感放射線性ポリシロキサン組成物の硬化体から形成し、クラッド部 3 及び光ファイバ用ガイド部 7 を、他の材料（例えば、石英ガラス等）から形成することができる。

光導波路チップ 1 においては、コア部 6 の屈折率の値を、クラッド部 3（下部クラッド層 4 及び上部クラッド層 5）の屈折率の値よりも大きくすることが必要である。

具体的には、コア部 6 の屈折率の値は、クラッド部 3 の屈折率の値よりも 0.002～0.5 ほど大きい値であることが好ましい。

特に優れた導波特性を得るためには、例えば、波長 1300～1600 nm の光に対して、コア部 6 の屈折率を 1.450～1.650 に調整し、かつ、下部クラッド層 4 及び上部クラッド層 5 の屈折率を 1.400～1.648 に調整することが好ましい。

なお、本発明においては、光導波路チップ 1 の材料として、感放射線性ポリシロキサン組成物と共に、感放射線性ポリイミド組成物等を併用することもできる。

本発明においては、図 4 に示すように、光ファイバ用ガイド部 17 は、クラッド部 13 と独立させて形成させてもよい。この場合、光ファイバ用ガイド部 17 は、下部クラッド層 14 及び上部クラッド層 15 の各々の形成と同時に、順次積層して形成させてもよいし、あるいは、下部クラッド層 14 と上部クラッド層 15 のいずれかの形成と同時に一度に形成させてもよい。

なお、図 4 中、光導波路チップ 10 は、基板 12 上に形成された下部ク

ラッド層 14 及び光ファイバ用ガイド部 17 と、下部クラッド層 14 上に積層して形成されたコア部 16 及び上部クラッド層 15 とから構成されている。また、光導波路チップ 10 には、上部クラッド層 15 の上面から下部クラッド層 14 の下面に亘って貫通する光学フィルタ挿入用孔 18 が、

5 コア部 16 の光軸方向と略垂直に交差してコア部 16 を遮断するように、形成されている。

次に、本発明の光導波路チップの製造方法の一例を、図 5 ～図 8 に基づいて説明する。

本発明の光導波路チップの製造方法は、(a) 下部クラッド層形成工程と、

10 (b) コア部形成工程と、(c) 上部クラッド層形成工程とを含むものである。これらの工程 (a) ～ (c) によって、光ファイバ用ガイド部及び光学フィルタ挿入用孔も、下部クラッド層等の形成と同時に形成される。

#### [(a) 下部クラッド層形成工程]

シリコン基板やガラス基板の如き平坦な面を有する基板（支持体）の上面に、下部クラッド層 21 を形成させる工程である（図 5 参照）。

15

この工程では、まず、基板（図示せず）の上面に、下部クラッド層用の感放射線性ポリシロキサン組成物を塗布した後、乾燥またはプリベーク（前処理としての加熱処理）して、下部クラッド層用の薄膜を形成させる。

ここで、下部クラッド層用の感放射線性ポリシロキサン組成物を塗布する方法としては、例えば、スピコート法、ディッピング法、スプレー法、バーコート法、ロールコート法、カーテンコート法、グラビア印刷法、シルクスクリーン法、インクジェット法等を用いることができる。中でも、スピコート法は、均一な厚みを有する薄膜が得られることから、好ましく用いられる。

20

25 下部クラッド層用の薄膜に、所定の形状を有するフォトマスクを介して、光照射することによって、薄膜を構成する材料を部分的に硬化させること

ができる。

ここで、照射に用いられる光は、特に限定されないが、通常、200～450 nmの紫外～可視領域の光、好ましくは、波長365 nmの紫外線を含む光が用いられる。光は、波長200～450 nmでの照度が1～15000 mW/cm<sup>2</sup>、照射量が0.01～5000 mJ/cm<sup>2</sup>、好ましくは0.1～1000 mJ/cm<sup>2</sup>となるように、所定のパターンで被照射体（感放射線性ポリシロキサン組成物）に照射される。

所定のパターンで光を照射する方法としては、光の透過部及び非透過部を有するフォトリソマスクを用いる方法以外に、例えば、以下に示すa～cの方法が挙げられる。

a. 液晶表示装置と同様の原理を利用した、所定のパターンに従って光透過領域と不透過領域とからなるマスク像を電気光学的に形成する手段を利用する方法。

b. 多数の光ファイバーを束ねてなる導光部材を用い、この導光部材における所定のパターンに対応する光ファイバーを介して光を照射する方法。

c. レーザ光、あるいはレンズ、ミラー等の集光性光学系により得られる収束光を走査させながら、光硬化性組成物に照射する方法。

下部クラッド層用の薄膜は、必要に応じて、光の照射後、50～200℃でプリベークしてもよい。

光の照射後、現像液によって非照射部分（未露光部分）を現像することによって、未硬化の不要な部分が除去され、基板上に、パターニングされた硬化膜からなる下部クラッド層21（すなわち、光ファイバ用ガイド部22, 23, 24及び光学フィルタ挿入用孔25を有する所定の厚みの硬化体層）を形成させることができる。

現像に用いる現像液としては、塩基性物質を溶媒で希釈してなる溶液を用いることができる。

ここで、塩基性物質としては、例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、炭酸ナトリウム、ケイ酸ナトリウム、メタケイ酸ナトリウム、アンモニア、エチルアミン、*n*-プロピルアミン、ジエチルアミン、ジ-*n*-プロピルアミン、トリエチルアミン、メチルジエチルアミン、エタノールアミン、*N*-メチルエタノールアミン、*N*, *N*-ジメチルエタノールアミン、トリエタノールアミン、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド、テトラエチルアンモニウムヒドロキシド、テトラブチルアンモニウムヒドロキシド、コリン、ピロール、ピペリジン、1, 8-ジアザビシクロ [5. 4. 0] -7-ウンデセン、1, 5-ジアザビシクロ [4. 3. 0] -5-ノナン等が挙げられる。

溶媒としては、例えば、水、メタノール、エタノール、プロピルアルコール、ブタノール、オクタノール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、*N*-メチルピロリドン、ホルムアミド、*N*, *N*-ジメチルホルムアミド、*N*, *N*-ジメチルアセトアミド等が挙げられる。

現像液中の塩基性物質の濃度は、通常、0.05～25重量%、好ましくは0.1～3.0重量%である。

現像時間は、通常、30～600秒間である。現像方法としては、例えば、液盛り法、ディッピング法、シャワー現像法等を採用することができ

20 る

現像液の溶媒として有機溶媒を用いた場合には、そのまま風乾すれば、有機溶媒が蒸散して、パターン状の薄膜が形成される。

現像液の溶媒として水（または水溶液）を用いた場合には、例えば、流水による洗浄を30～90秒間行なった後、圧縮空気や圧縮窒素等を用いて風乾して水分を除去すれば、パターン状の薄膜が形成される。

25 なお、露光後には、露光部分の硬化を促進させるために、加熱処理を行

なうことが好ましい。その加熱条件は、感放射線性ポリシロキサン組成物の成分組成や添加剤の種類等によっても異なるが、通常、30～200℃、好ましくは50～150℃である。

露光後の加熱処理に加えて、さらに、薄膜の全面が十分に硬化するように、  
5    に、ポストバーク（後処理の加熱処理）を行なうことが好ましい。その加熱条件は、感放射線性ポリシロキサン組成物の成分組成や添加剤の種類等によっても異なるが、通常、30～400℃、好ましくは50～300℃である。加熱時間は、特に限定されないが、例えば、5分間～72時間である。

10    下部クラッド層形成工程（a）における感放射線性ポリシロキサン組成物の塗布方法や、露光時の光（エネルギー線）の照射量及び照射方法等は、後述するコア部形成工程（b）や、上部クラッド層形成工程（c）においても適用することができる。

〔（b）コア部形成工程〕

15    前述の工程（a）で得られた下部クラッド層21の上に、コア部26を形成させる工程である（図6参照）。

この工程では、まず、下部クラッド層21上に、コア部形成用の感放射線性ポリシロキサン組成物を塗布し、乾燥させ、必要に応じてプリバークして、コア部用の薄膜を形成させる。

20    その後、コア部用の薄膜の上面に対して、所定のラインパターンを有するフォトマスクを介するなど、所定のパターン形成方法によって、光の照射を行なう。照射後、現像液によって現像すれば、未硬化の不要な部分が除去され、露光部分（硬化部分）のみからなるコア部26が形成される。

次いで、下部クラッド層21と同様に、ホットプレートやオープン等の  
25    加熱手段を用いて、例えば30～400℃の温度で5～600分間ポストバークを行なえば、良好な硬化状態のコア部26を得ることができる。

## [(c) 上部クラッド層形成工程]

前述の工程 (b) によって得られたコア部 2 6 と下部クラッド層 2 1 とからなる硬化体の上に、上部クラッド層 2 7 を形成させる工程である (図 7 参照)。

- 5      この工程では、まず、コア部 2 6 と下部クラッド層 2 1 とからなる硬化体の上方から、上部クラッド層形成用の感放射線性ポリシロキサン組成物を塗布し、乾燥させ、必要に応じてプリベークして、上部クラッド層用の薄膜を形成させる。

- 10      次いで、上部クラッド層用の薄膜の上面に対して、所定のラインパターンを有するフォトマスクを介するなど、所定のパターン形成方法によって、光の照射を行なう。照射後、現像液によって現像すれば、未硬化の不要な部分が除去され、露光部分 (硬化部分) のみからなる上部クラッド層 2 7 が形成される。

- 15      上部クラッド層 2 7 は、さらに、必要に応じて、前述の工程 (a) における加熱処理 (ポストベーク) と同様の加熱処理 (ポストベーク) を施すことが好ましい。加熱処理 (ポストベーク) を行なうことによって、硬度及び耐熱性に優れた上部クラッド層 2 7 を得ることができる。

- 20      光導波路チップ 2 0 の各構成部分 (上部クラッド層 2 7、コア部 2 6、下部クラッド層 2 1) を形成させる際に、光学フィルタ挿入用孔 2 5 等を形成し得るような所定のフォトマスクを用い、正確に位置合わせをしながら各層を積層させて光導波路チップ 2 0 を作製することによって、全層または一部の層に亘って貫通した光ファイバ用ガイド部 2 2, 2 3, 2 4 及び光学フィルタ挿入用孔 2 5 を形成させることができる。

- 25      光導波路チップ 2 0 の光学フィルタ挿入用孔 2 5 に、光学フィルタ 2 8 を挿入し固定することによって、光学部品 (光合分波器) 3 2 を完成させることができる (図 7 及び図 8 参照)。なお、光学フィルタ 2 8 の好ましい

種類としては、例えば、誘電体多層フィルタ等が挙げられる。

光学フィルタ 28 を固定する手段としては、例えば、UV 接着剤による接着が挙げられる。UV 接着剤は、室温において短時間で固定可能である点と、光反射による損失が小さい点で、好ましく用いられる。UV 接着剤  
5 の具体例としては、例えば、紫外線硬化型のアクリレート樹脂やエポキシ樹脂等が挙げられる。

光学部品 32 は、例えば、シングルモード用光ファイバを接続するための光合分波器として好適に用いられる。

## 10 [実施例]

以下、本発明の実施例を説明する。ただし、本発明は、実施例の記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱しない限りにおいて種々の実施態様を含み得るものである。

### (1) 感放射線性ポリシロキサン組成物の調製

#### 15 ① コア部形成用感放射線性組成物の調製

攪拌機の付いた容器内に、フェニルトリメトキシシラン（68.4 g、0.34 モル）と、メチルトリメトキシシラン（131.6 g、0.96 モル）と、イオン交換水（70.8 g、3.94 モル）と、シュウ酸（0.1 g、 $1.1 \times 10^{-3}$  モル）とを収容した後、60℃で6時間攪拌することによって、フェニルトリメトキシシラン及びメチルトリメトキシシ  
20 ンの加水分解を行なった。

次いで、容器内にプロピレングリコールモノメチルエーテルを加えた後、エバポレータを用いて、加水分解で副生したメタノールを除去した。そして、最終的に、固形分を67重量%に調整した、ポリシロキサンを含有す  
25 るプロピレングリコールモノメチルエーテル溶液を得た。以下、この溶液を「コア部形成用ポリシロキサン溶液」と称する。GPC 分析によって求

めたポリシロキサン溶液 1 の重量平均分子量は、2500 であった。

コア部形成用ポリシロキサン溶液 149.2 g (固形分含有量: 100 g)、プロピレングリコールモノメチルエーテル 50.2 g、トリフェニルスルフォニウム・トリフルオロメチルスルフォネート 1.0 g、ヒドロキシメチルアントラセン 0.20 g、2 重量% のトリオクチルアミンを含む  
5 プロピレングリコールモノメチルエーテル溶液 0.5 g を混合して、均一な溶液とすることによって、25℃での粘度が 45 mPa・s であるコア部形成用感放射線性組成物 201.2 g (固形分含有率: 50 重量%) を得た。

- 10 得られたコア部形成用感放射線性組成物の屈折率を、次のようにして測定した。

まず、コア部形成用感放射線性組成物を、シリコンウエハ上に 10  $\mu\text{m}$  の厚みとなるようにスピンコートした後、120℃で10分間プレベイク (前処理の加熱) し、さらに、高圧水銀灯 (500 mJ/cm<sup>2</sup>) による  
15 光の照射 (露光) を行なった。露光後、100℃で1分間ベイク (加熱) し、200℃で1時間ポストベイク (後処理の加熱) して、硬化膜を作製した。硬化膜の屈折率は、プリズムカップラー法による測定値として、1.30  $\mu\text{m}$  の波長の光に対して 1.471 であり、1.55  $\mu\text{m}$  の波長の光に対して 1.469 であった。

## 20 ② クラッド部形成用感放射線性組成物の調製

攪拌機の付いた容器内に、メチルメタクリレート (450 g, 4.50 モル)、メタアクリロキシプロピルトリメトキシシラン (50 g, 0.20 モル)、プロピレングリコールモノメチルエーテル (600 g)、2, 2'-アゾビス- (2.4-ジメチルバレロニトリル) (35 g, 0.14 モル)  
25 を収容した後、系内を窒素置換した。その後、容器内の温度を 70℃に設定し、6 時間攪拌した。最終的に、固形分濃度が 45 重量% に調整された、



アクリルポリマーを含有するプロピレングリコールモノメチルエーテル溶液（アクリルポリマー溶液）を得た。

得られたアクリルポリマー溶液（133.33 g）、メチルトリメトキシシラン（231.36 g, 1.70 モル）、フェニルトリメトキシシラン（1  
5 93.48 g, 0.97 モル）、イオン交換水（108.48 g, 6.0 モル）、シュウ酸（0.30 g,  $3.32 \times 10^{-3}$  モル）を容器内に収容した後、60℃で6時間攪拌することによって、フェニルトリメトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、及びアクリルポリマー溶液の加水分解及び共縮合を行なった。

10 次いで、エバポレータを用いて、加水分解で副生したメタノールを除去した。最終的に、固形分が70重量%に調整された、ポリシロキサンを含有するプロピレングリコールモノメチルエーテル溶液（ポリシロキサン溶液）を得た。以下、得られたポリシロキサン溶液を「クラッド部形成用ポリシロキサン溶液」と称する。

15 クラッド部形成用ポリシロキサン溶液142.8 g（固形分含有量：100 g）、プロピレングリコールモノメチルエーテル20.5 g、トリフェニルスルフォニウム・トリフルオロメチルスルフォネート2.0 g、ヒドロキシメチルアントラセン0.67 g、2重量%のトリオクチルアミンを含むプロピレングリコールモノエチルエーテル溶液0.5 gを混合し、均  
20 一な溶液とすることによって、25℃での粘度が2500 mPa・sであるクラッド部形成用感放射線性組成物166.6 g（固形分含有率：61重量%）を得た。

得られたクラッド部形成用感放射線性組成物の屈折率を、次のようにして測定した。

25 クラッド部形成用感放射線性組成物を、シリコンウエハ上に10 μmの厚みとなるようにスピコートした後、100℃で5分間プレベイク（前

処理の加熱) し、高圧水銀灯 ( $500 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ ) による光照射で露光した後、 $100^\circ\text{C}$  で2分間ベイク (加熱処理) し、さらに、 $200^\circ\text{C}$  で1時間ポストベイク (後処理の加熱) して、硬化膜を作製した。硬化膜の屈折率は、プリズムカップラー法による測定値として、 $1.30 \mu\text{m}$  の波長の光に対して  $1.465$  であり、 $1.55 \mu\text{m}$  の波長の光に対して  $1.463$  であった。

## (2) 光合分波器の製造

前述のコア部形成用感放射線性組成物及びクラッド部形成用感放射線性組成物を用いて、次のようにして光合分波器を製造した。なお、以下の説明は、図5～図8を参照して行なう。

### [工程1]

光リソグラフィ加工によって、シリコンウエハ上にクラッド部形成用感放射線性組成物からなる下部クラッド層21を形成させた (図5参照)。

下部クラッド層21は、入射、反射、透過の3つのポートの各々に対応させた3つの光ファイバ用ガイド部 (すなわち、入射ポート側光ファイバ用ガイド部22、反射ポート側光ファイバ用ガイド部23、透過ポート側光ファイバ用ガイド部24)、及び誘電体多層フィルタを挿入させるための光学フィルタ挿入用孔25を有するものである。下部クラッド層21の厚みは、 $58.5 \mu\text{m}$  であった。

なお、光ファイバ用ガイド部22、23、24は、下部クラッド層と一体的に形成された溝状の部分である。光ファイバ用ガイド部22、23、24の寸法は、幅 (光ファイバの光軸方向に対して垂直に切断した断面の幅) が  $125 \mu\text{m}$ 、厚みが  $58.5 \mu\text{m}$  であった。光学フィルタ挿入用孔25の幅 (コア部26の光軸に対して垂直に切断した断面の幅) は、 $20 \mu\text{m}$  であった。

### [工程2]

フォトリソグラフ法によって、下部クラッド層 2 1 の上にコア部形成用感放射線性組成物からなる Y 字型のコア部 2 6（幅  $8\ \mu\text{m}$ 、高さ  $8\ \mu\text{m}$ ）を形成させた（図 6）。

5      なお、コア部 2 6 の略中央部（Y 字型の「Y」の中心付近）には、上述の工程 1 で形成させた光学フィルタ挿入用孔 2 5 と同様の位置にて、コア部の遮断部分（コア部形成用感放射線性組成物が形成されていない部分）を設けた。

#### [工程 3]

10      フォトリソグラフ法によって、下部クラッド層 2 1 及びコア部 2 6 の上に、クラッド部形成用感放射線性組成物からなる上部クラッド層 2 7（厚み  $30\ \mu\text{m}$ ）を形成させた（図 7）。

15      上部クラッド層 2 7 は、下部クラッド層 2 1 のパターン形状と一致するように形成させた。得られた光導波路チップ 2 0 は、入射ポート側光ファイバ用ガイド部 2 2、反射ポート側光ファイバ用ガイド部 2 3、透過ポート側光ファイバ用ガイド部 2 4、及び光学フィルタ挿入用孔 2 5 が各々、滑らかな内面を有するものとして形成されたものであった。

#### [工程 4]

20      光学フィルタ（誘電体多層フィルタ）2 8 を、工程 3 で得られた光導波路チップ 2 0 の光学フィルタ挿入用孔 2 5 に挿入して、UV 接着剤で固定し、光学部品（光合分波器）3 2 を得た（図 8）。

25      なお、誘電体多層フィルタ 2 8 としては、 $1.31\ \mu\text{m}$  の光を透過させ、かつ、 $1.55\ \mu\text{m}$  の光を透過させずに反射させる特性を有するものを用いた。この場合、 $1.31\ \mu\text{m}$  の光を、入射ポート側の光ファイバ 2 9 から光導波路チップ 2 0 内に入射させると、入射した光は、主に透過ポート側（光ファイバ 3 1 の側）へと透過し、反射ポート側（光ファイバ 3 0 の側）に反射して出射する光量が少なくなる。一方、 $1.55\ \mu\text{m}$  の光を、

入射ポート側の光ファイバ 29 から光導波路チップ 20 内に入射させると、入射した光は、主に反射ポート側（光ファイバ 30 の側）に反射して出射し、透過ポート側（光ファイバ 31 の側）へと透過する光量が少なくなる。

[工程 5]

- 5 端面を研磨した外径  $125\ \mu\text{m}$ （コア径： $10\ \mu\text{m}$ ）の 3 本のシングルモード用石英ファイバ 29, 30, 31 を、3 つの光ファイバ用ガイド部 22, 23, 24 に挿入し、UV 接着剤を用いて固定した（図 8）。

(3) 光導波路チップの光学特性の評価

- 10 得られた光合分波器 32 を用いて、次のようにして光導波路チップ 20 の光学特性を評価した。

① 損失量の測定

- 15 波長  $1.31\ \mu\text{m}$  または  $1.55\ \mu\text{m}$  の光を、入射ポート側の光ファイバ 29 から光導波路チップ 20 に入射させて、反射ポート側の光ファイバ 30、及び透過ポート側の光ファイバ 31 から出射する光量を、光量計（ア  
ンリツ社製；MT9810）のパワーメータによって測定し、入射光量との比較によって損失量を求めた。以下、反射ポート側の光ファイバ 30 で測定した損失量を、「反射ポートでの挿入損失」と称し、透過ポート側の光ファイバ 31 で測定した損失量を、「透過ポートでの挿入損失」と称する。

結果を表 1 に示す。

20 [表 1]

波 長 ( $\mu\text{m}$ )	透過ポートでの 挿入損失 (dB)	反射ポートでの 挿入損失 (dB)
1.31	-3.7	<-25
1.55	<-50	-4.8

シングルモード用である  $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の 2 つの波長の光を、光学部品 32 に入射すると、これら 2 つの波長の光は、フィルム誘

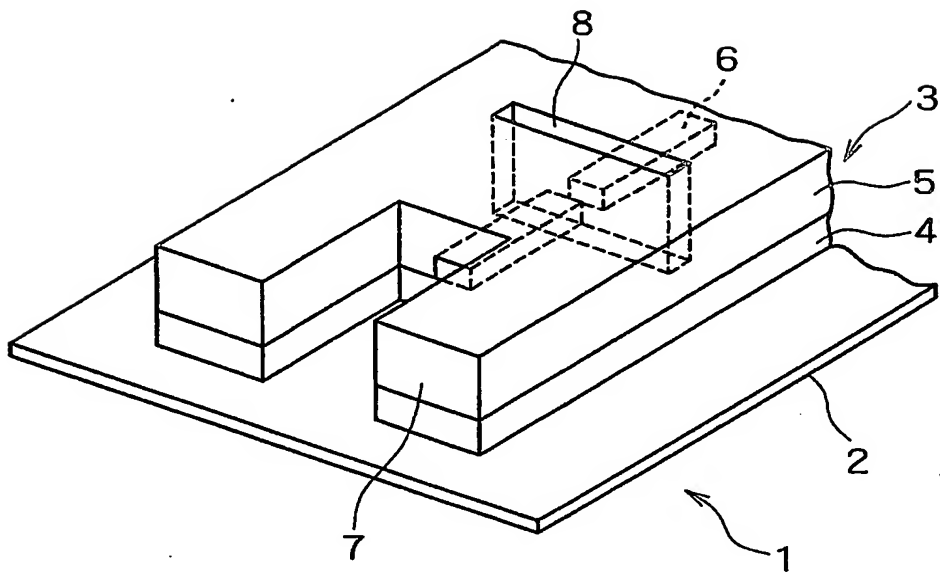
電体多層膜フィルタ 28 の特性に基づいて、透過ポート側と反射ポート側とに振り分けられた。この際、表 1 に示すように、波長  $1.31\text{ }\mu\text{m}$  の光の透過ポートでの挿入損失、及び、波長  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  の光の反射ポートでの挿入損失の値は、共に十分小さく、本発明の光導波路チップ 20 が、シ

5    ングルモード用光ファイバに接続するのに好適な加工精度及び伝送効率を有していることが確認された。

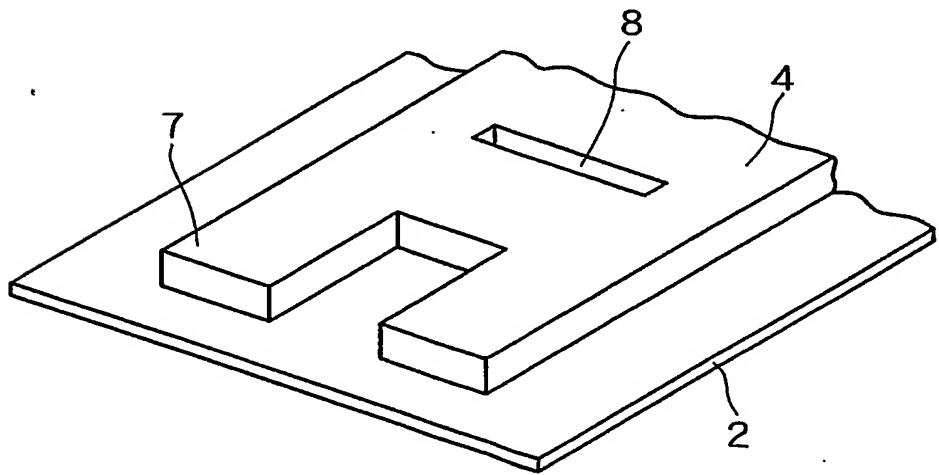
## 請 求 の 範 囲

1. 光導波路であるコア部と、該コア部の周囲に形成されたクラッド部  
5 と、前記コア部に接続される光ファイバを位置決めするための光ファイバ  
用ガイド部とを有する光導波路チップであって、少なくとも部分的に感放  
射線性ポリシロキサン組成物の硬化体からなることを特徴とする光導波路  
チップ。
2. 前記コア部、前記クラッド部、及び光ファイバ用ガイド部が、感放  
10 射線性ポリシロキサン組成物の硬化体からなる請求項 1 に記載の光導波路  
チップ。
3. 前記光導波路チップは、シングルモード用光ファイバに接続するた  
めのものである請求項 1 又は 2 に記載の光導波路チップ。
4. 前記光導波路チップは、前記コア部に交差して配設される光学フィ  
15 ルタを挿入するための光学フィルタ挿入用孔を有する請求項 1 ～ 3 のいず  
れか 1 項に記載の光導波路チップ。
5. 請求項 4 に記載の光導波路チップの前記光学フィルタ挿入用孔に、  
誘電体多層フィルタを挿入し固定してなることを特徴とする光学部品。

第 1 図

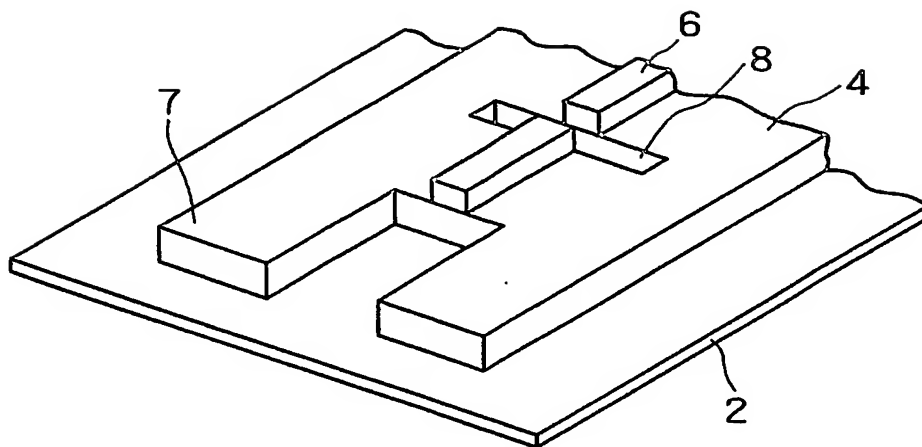


第 2 図

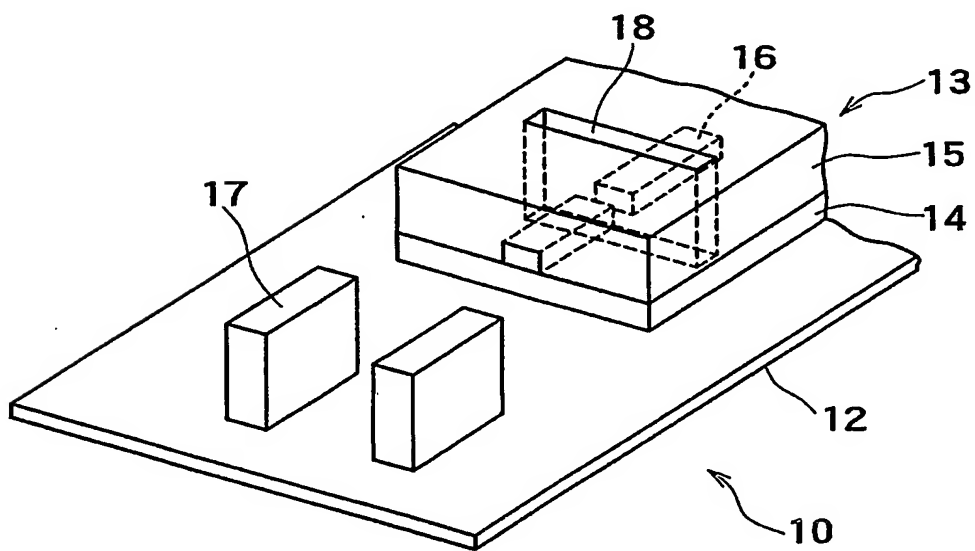


2 / 4

第 3 図



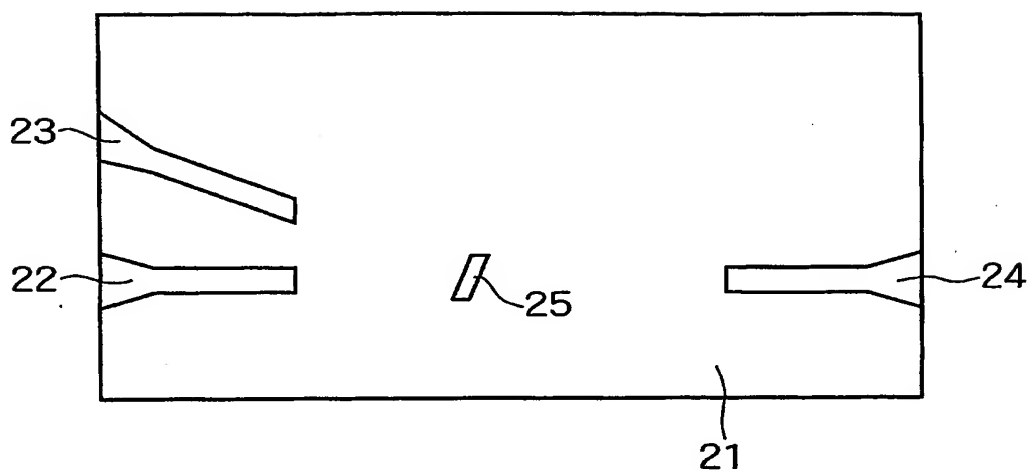
第 4 図



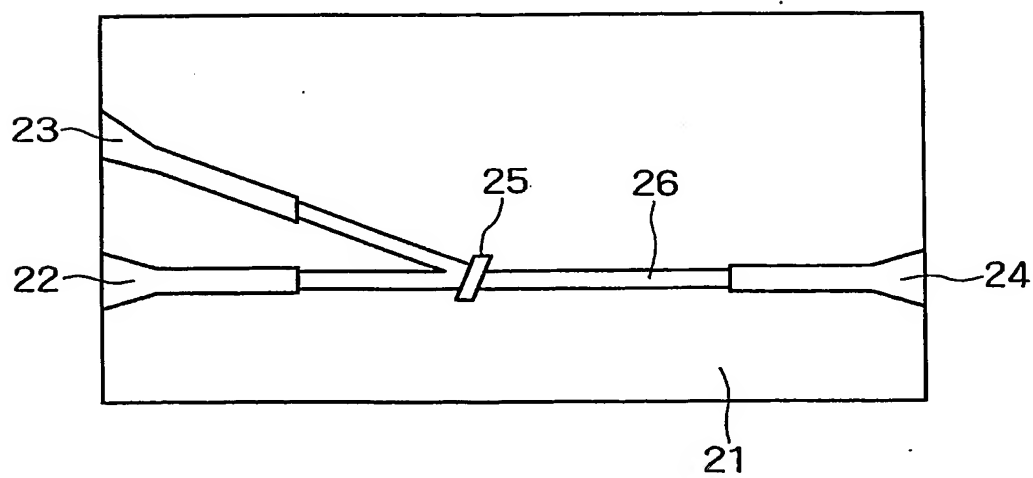


3 / 4

第 5 図

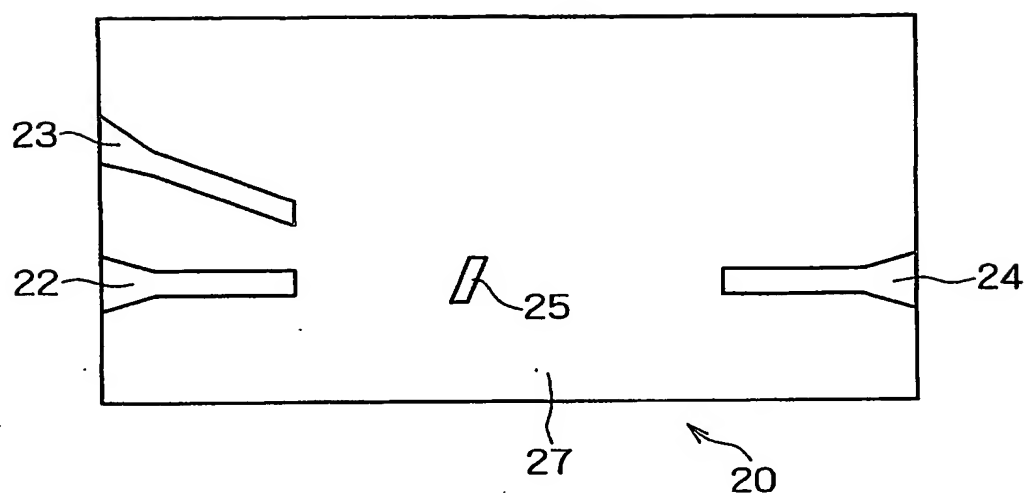


第 6 図

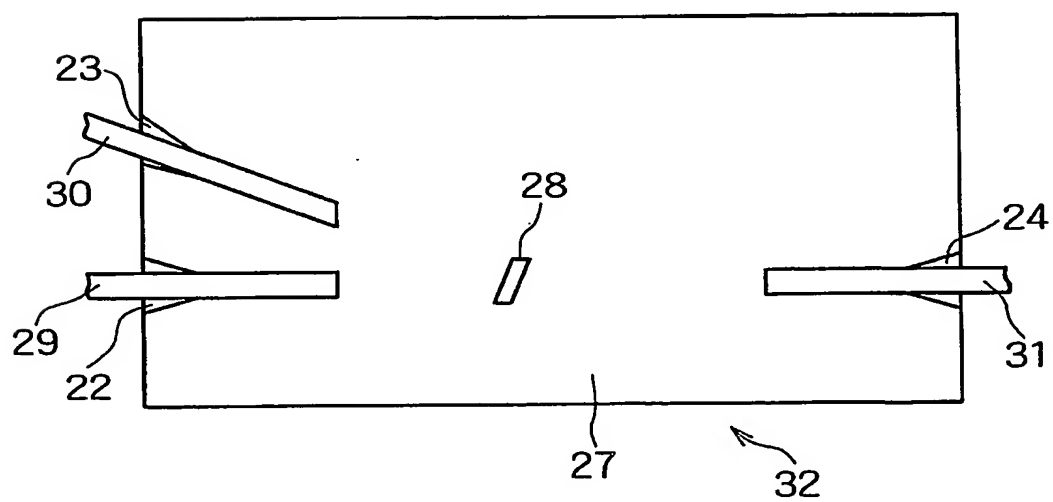


4 / 4

第 7 図



第 8 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G02B6/30, G02B6/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B6/30, G02B6/12-6/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-105324 A (Kyocera Corp.), 11 April, 2000 (11.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-2
X	JP 2000-131556 A (Kyocera Corp.), 12 May, 2000 (12.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-2
X	JP 2001-255428 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 21 September, 2001 (21.09.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 June, 2004 (18.06.04)

Date of mailing of the international search report  
06 July, 2004 (06.07.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/004242

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The international search has revealed that the invention of claim 1 is not novel since it is disclosed in document 1: JP 2000-105324 A, document 2: JP 2000-131556 A, and document 3: JP 2001-255428 A.

Consequently, since the invention of claim 1 makes no contribution over the prior art, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be seen between claims [1, 2] and claims [3], [4, 5]. This international application therefore does not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 2

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B6/30 G02B6/12

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B6/30 G02B6/12-6/13

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-105324 A (京セラ株式会社) 2000.04.11 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2
X	JP 2000-131556 A (京セラ株式会社) 2000.05.12 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2
X	JP 2001-255428 A (凸版印刷株式会社) 2001.09.21 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.06.2004

国際調査報告の発送日

06.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

日夏 貴史

2K

9411

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1に係る発明は、文献1:JP 2000-105324 A、文献2:JP 2000-131556 A、文献3:JP 2001-255428 Aに開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

この結果、請求の範囲1に係る発明は先行技術の域を出ないから、請求の範囲[1-2]と請求の範囲[3][4-5]との間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見い出すことはできないので、単一性の要件を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1-2

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。